

[4] Unexamined Patent Publication No. 9-262415

(Claim 1) A particulate trap for the diesel engine, comprising a filter element including N (N: an even number not less than two) tabular filters and N corrugated plates of a heat-resistant metal, wherein said tabular filters are each formed of a selected one of a three-dimensional meshed porous member (excepting unwoven fabric) of a heat-resistant metal having continuous pores and a similar porous member having the pores thereof filled with ceramics or metal to reduce the pore diameter substantially, wherein said tabular filters and said corrugated plates are superposed in alternate layers and the resulting laminate member is rolled into a cylindrical member in which the corrugated surfaces of the corrugated plates sandwiched between the tabular filters are exposed from the ends of the cylindrical member, wherein the gaps between the tabular filters sandwiching odd-numbered ones of the corrugated plates at an end of the cylindrical member are sealed, and also the gaps between the tabular filters sandwiching even-numbered ones of the corrugated plates at the other end of the cylindrical member are sealed, and wherein the exhaust gas introduced from one end surface is passed through the tabular filters and discharged from the other end surface.

(Column 7, line 46 - column 8, line 3)

Fig. 1 shows a filter element used for trapping the particulates according to an embodiment of this invention. This filter element 1 has such a structure that tabular filters A1, A2 and corrugated plates B1, B2 of a heat-resistant metal are superposed alternately and rolled into a cylinder, wherein the tabular filters A1, A2 are each formed of a three-dimensional meshed porous member of a heat-resistant metal having continuous pores or a similar porous member having the pores thereof filled with ceramics or a metal to reduce the pore diameter substantially.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-262415

(43) 公開日 平成9年(1997)10月7日

(51) Int.Cl. ⁹	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 0 1 D 29/07			B 0 1 D 29/06	5 2 0 A
27/06			27/06	
39/20			39/20	Z
46/00	3 0 2		46/00	3 0 2
F 0 1 N 3/02	3 0 1		F 0 1 N 3/02	3 0 1 Z
審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 13 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願平8-77291

(22) 出願日 平成8年(1996)3月29日

(71) 出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(72) 発明者 坂 俊祐

伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

(72) 発明者 永井 陽一

伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

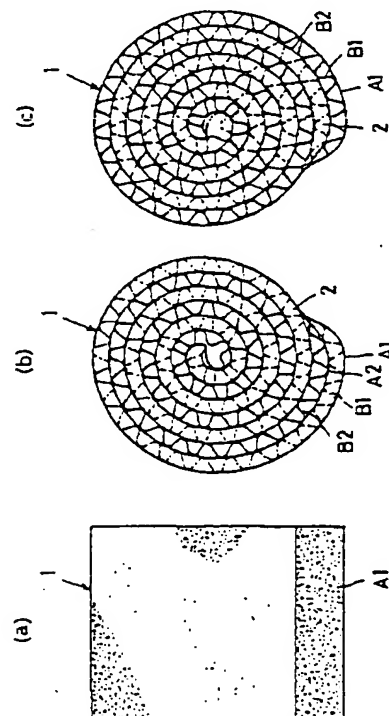
(74) 代理人 弁理士 鍛田 文二 (外2名)

(54) 【発明の名称】 ディーゼルエンジン用パティキュレートトラップ

(57) 【要約】

【課題】 パティキュレートの捕集性能、捕集による圧力損失、再生性能、耐久性の各特性を全て満たした、コスト面でも有利なディーゼルエンジン用パティキュレートトラップを提供することである。

【解決手段】 連続空孔を有する耐熱金属製3次元網状構造多孔体又はその多孔体の孔にセラミックもしくは金属を充填して実質孔系を小さくしたもので作られる平板フィルタA1、A2と、耐熱性金属製波板B1、B2を交互に重ねた積層材をロール巻きし、さらに、これによって出来る柱状体の一端側で波板B1を間に挟む平板フィルタA1、A2間を、他端側で波板B2を間に挟む平板フィルタA2、A1間を各々目留め部2により目留めたものをフィルタエレメント1としてこのエレメントでディーゼル排気ガスを濾過するようにした。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 連続空孔を有する耐熱性金属製3次元網状構造多孔体（不織布を除く）又はその多孔体の孔にセラミックもしくは金属を充填して実質孔径を小さくしたもので作られる平板フィルタと、耐熱性金属製波板を交互にそれぞれN（Nは2以上の偶数）枚ずつ重ね、その積層材をロール巻きして平板フィルタ間に挟まれた波板の波面が両端に現れる柱状体にし、さらに、この柱状体の一端側において奇数番の波板を間に挟む平板フィルタ間を、他端側では偶数番の波板を間に挟む平板フィルタ間を各々目留めして作られ、片方の端面から導入した排気ガスが平板フィルタを通過してもう一方の端面から排出される構造になっているフィルタエレメントを、排気系の途中に設置して構成されるディーゼルエンジン用パティキュレートトラップ。

【請求項2】 前記フィルタエレメントとして、積層材をロール巻きして出来る柱状体の長手直角断面形状を、略円形、長円状もしくは多角形状にしたものを用いる請求項1記載のディーゼルエンジン用パティキュレートトラップ。

【請求項3】 前記フィルタエレメントとして、柱状体の両端における平板フィルタ間の目留めが、隣り合う平板フィルタを互いに溶接接合して行われているものを用いる請求項1又は2記載のディーゼルエンジン用パティキュレートトラップ。

【請求項4】 前記フィルタエレメントとして、平板フィルタ間の波板が耐熱性金属の3次元網状構造多孔体で形成されたものを用いる請求項1乃至3のいずれかに記載のディーゼルエンジン用パティキュレートトラップ。

【請求項5】 前記フィルタエレメントとして、平板フィルタ間の隙間寸法が10mm以下であるものを用いる請求項1乃至4のいずれかに記載のディーゼルエンジン用パティキュレートトラップ。

【請求項6】 前記フィルタエレメントとして、平板フィルタが、孔径に差のある少なくとも2種類のフィルタ材を孔径の大きいものほど排気ガス流入側にあるように組み合わせて構成されているものを用いる請求項1乃至5のいずれかに記載のディーゼルエンジン用パティキュレートトラップ。

【請求項7】 前記フィルタエレメントとして、波板の片面もしくは両面に触媒を担持させたものを用いる請求項1乃至6のいずれかに記載のディーゼルエンジン用パティキュレートトラップ。

【請求項8】 前記フィルタエレメントとして、平板フィルタの片面もしくは両面に触媒を担持させたものを用いる請求項1乃至6のいずれかに記載のディーゼルエンジン用パティキュレートトラップ。

【請求項9】 前記フィルタエレメントとして、前記平板フィルタの片面もしくは両面に連続孔を有する耐熱金属骨格から成る3次元網状構造多孔体を設置し、その多

孔体に触媒を担持させたものを用いる請求項1乃至6のいずれかに記載のディーゼルエンジン用パティキュレートトラップ。

【請求項10】 前記フィルタエレメントとして、フィルタ材の骨格表面にアルミナウィスカーを生成させてあるものを用いる請求項1乃至9のいずれかに記載のディーゼルエンジン用パティキュレートトラップ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

10 【発明の属する技術分野】 本発明は、ディーゼルエンジンの排気ガス中のカーボン等の微粒子（パティキュレート）を捕集・除去するためのパティキュレートトラップに関する。また併せて排気ガス中の有害ガス成分を除去できるパティキュレートトラップに関する。

【0002】

20 【従来の技術】 自動車の排気ガスは、大気汚染の大きな原因の一つで、排気ガスに含まれる有害成分を除去する技術は極めて重要である。特にディーゼルエンジン車においては、主にNO_xとカーボンを主体とするパティキュレートの除去が重要な課題である。

【0003】 これらの有害成分を除去するために、排気再循環（EGR）をかけたり、燃料噴射系の改善を行ったり、エンジン側での努力も行われているが、抜本的な決め手がなく、排気通路に排気トラップを設置し、パティキュレートをトラップによって捕集し、後処理により除去する提案（特開昭58-51235号公報等）が最も実用的であると考えられ、検討が続けられている。

30 【0004】 ところで、ディーゼルエンジン排気に含まれるパティキュレートを捕集するためのパティキュレートトラップとしては、使用される条件から次のような性能を満足する必要がある。

【0005】 ① 捕集性能

40 先ず第1に、排気ガスの清浄度を満足させるだけの、パティキュレートの捕集効率をもっていることが必要である。パティキュレート排出量は、ディーゼルエンジンの排気量や負荷等により変化するが、ディーゼルエンジンからの排出量の平均60%以上を捕集することが必要であると言われている。また、パティキュレートの中でも粒径2μm以下の浮遊性微粒子が人体肺胞に入り易く肺ガンの原因になるとの報告もあり、この浮遊性微粒子を十分に捕集できることも必要となっている。

【0006】 ② 圧力損失

50 第2には、排気ガスに対する圧力損失が小さいことである。パティキュレートが捕集されるに従って、トラップをエンジン排気が通過するときの圧力損失が大きくなって、エンジンに背圧がかかり悪影響をもたらす。このため、通常捕集時の圧力損失を30Kpa以下に抑える必要があるといわれている。したがって、パティキュレートトラップは初期圧力損失が小さいことはもちろん、排気ガスを通させパティキュレートが捕集されても圧力

損失が上がりにくいことが必要とされる。

【0007】③ 再生

第3には、低エネルギーでの再生が可能なことである。パティキュレートトラップはパティキュレート捕集後、それを燃焼し再生することによって繰り返し使用する必要がある。再生方法としては電気ヒータや軽油バーナを利用した再生方法が検討されている。

【0008】④ 耐久性

第4には、優れた耐久性を持つことである。高温の排気ガスに曝されるため高い耐食性が要求され、また、パティキュレートの燃焼再生時に発生するヒートショックの繰り返しにも耐えることが要求される。

【0009】⑤ 触媒コンバータとの一体化

第5には、触媒コンバータとの一体化が必要である。現在、排気ガス中の有害ガス成分を除去するために、有害ガス除去触媒を担持した触媒コンバータをエンジン排気系に設置することがある。併せてパティキュレートトラップを設置しようとする場合、エンジン排気系に設置スペースがなかったり、また後処理装置を2種類設置するためのコスト増が問題となっている。

【0010】従来、上記の要件を満足するフィルタエレメント材料として、コーディエライトセラミックスのウォールフロー式のハニカム状多孔体が最も実用に近いと考えられてきた。しかしながら、この方式では、パティキュレートが局所にたまりやすく、また、コーディエライトセラミックスは熱伝導率が小さいため、再生時にヒートスポットができやすく、フィルタが溶損したり、熱応力によってクラックを生じたりすることがあり、耐久性を確保できなかった。なお、最近注目されているセラミックスファイバをキャンドル状にしたセラミックファイバートラップも、高温の排気ガス中では強度劣化を起こしてファイバの破壊が生じるため、耐久性の確保が難しいと言われている。

【0011】そこで、熱伝導率が高くて再生時にヒートスポット、クラック等を生じ難く、また、高温排気ガス中でも優れた耐食性を示す金属製トラップ（特開平6-257422号公報、特開平5-294313号公報、特開平7-731号公報、特開平7-51522号公報参照）が現在注目されている。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】従来の金属製トラップの課題を、上記要件①～⑤に関連させて以下に述べる。従来の金属製トラップは上記要件①、③を基本的に満足する。しかし、要件①の、粒径 $2\mu\text{m}$ 以下の浮遊性微粒子の捕集に関しては、より一層の性能向上を図る必要がある。

【0013】また、上記要件②に関しては、パティキュレート捕集時の圧力損失が比較的高いという問題があり、エンジン背圧を特に低くしたいという場合、その要求性能を苛たせない場合があった。

【0014】パティキュレート捕集時の圧力損失を小さくするためには、排気ガスが流入できるフィルタエレメントの表面積（濾過面積）を大きくすることが必要であるが、従来の金属製トラップでフィルタエレメントの表面積（濾過面積）を大きくしようとするとパティキュレートトラップは非常に大型なものになってしまう。

【0015】また、金属製トラップの構造において、フィルタ材の両側を側板に精密溶接する方法が考えられるが、小ピッチ配列のフィルタ材を全て溶接していくこの方法は、技術的困難が伴い、実現性が定かでない。仮に実現できたとしてもコストが極端に嵩むという問題がある。

【0016】また、従来の金属製トラップでは上記要件④に関し、

・排気ガス導入時に発生する圧力でフィルタエレメントが微小変形し、その変形に伴う応力によって破壊が起こる。

・トラップは排気系に装着されるので振動にさらされる。そのためフィルタエレメントも振動し破壊が起こる。

と云う問題が、特に過酷な耐久性試験において発生する場合がある。

【0017】また、従来の金属製トラップでは上記要件⑤に関し、触媒コンバータとの一体化が必要な場合がある。従来DPF（ディーゼルパティキュレートフィルタ）として開発されてきたコーディエライトセラミックのウォールフロー式のハニカム状多孔体は触媒との一体化が検討されているが、熱容量が大きいため昇温スピードが遅く、触媒が作用するのに十分な温度上昇が得られないことがある。

【0018】本発明は、従来のディーゼルパティキュレートトラップに見られる上記問題点の全てを解決し、前述の①～⑤の要求性能を全て満足させることを課題としている。

【0019】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、本発明においては、連続空孔を有する耐熱性金属製3次元網状構造多孔体（不織布を除く）又はその多孔体の孔にセラミックもしくは金属を充填して実質孔径を小さくしたもので作られる平板フィルタと、耐熱性金属製波板を交互にそれぞれN（Nは2以上の偶数）枚ずつ重ね、その積層材をロール巻きして平板フィルタ間に挟まれた波板の波面が両端に現れる柱状体にし、さらに、この柱状体の一端側において奇数番の波板を間に挟む平板フィルタ間を、他端側では偶数番の波板を間に挟む平板フィルタ間を各々目留めした構造のフィルタエレメントを作り、このフィルタエレメントを排気系の途中に設置される容器内に装着してディーゼルエンジン用パティキュレートトラップとなす構成を採用したのである。

【0020】積層材のロール巻きは、平板フィルタが内

側になる方向、波板が内側になる方向のどちらにしてもよい。また、その積層材をロール巻きして出来る柱状体の長手直角断面形状は、略円形又は長円状、或いは多角形状のいずれであってもよい。

【0021】また、柱状体の両端における平板フィルタ間の目留めは、隣り合う平板フィルタを溶接接合する方法で行うことができる。その他、耐熱性金属の目留め部材を取付ける方法でもその目留めが行える。

【0022】さらに、平板フィルタ間に挟み込む波板は、耐熱性金属板で形成されたものでもよいし、これ以外に耐熱性金属の3次元網状構造多孔体で形成されたものを用いることもできる。この波板のフィルタ厚み方向寸法（即ち平板フィルタ間の隙間寸法）は、パティキュレートトラップを可及的に小型化するために10mm以下にするのが望ましい。

【0023】このほか、孔径に差のある少なくとも2種類のフィルタ材を孔径の大きいものほど排気ガス流入側にあるように組み合わせて構成される材料を平板フィルタとしてこれでフィルタエレメントを構成すると、圧力損失をより小さくすることができる。

【0024】また、排気ガスの流入側と流出側で孔径を異ならせた平板フィルタ、そうでない平板フィルタのどちらを用いる場合にも、フィルタ材の骨格表面にアルミナウィスカーを生成させてよく、これは浮遊性微粒子を捕集するのに有効である。

【0025】さらに、この発明では、フィルタエレメントを構成する平板フィルタ、或いは波板に触媒を担持させることによってパティキュレートトラップと触媒コンバータを一体化させることができる。平板フィルタに対する触媒担持は、平板フィルタの片面又は両面に直接触媒を担持させる方法や、平板フィルタの片面又は両面に連続孔を有する耐熱金属骨格から成る3次元網状構造多孔体を設置してこの多孔体に担持させる方法が考えられ、どちらの方法も有効である。

【0026】

【作用】本発明のパティキュレートトラップは、耐熱性金属で作られた連続空孔を有する3次元網状構造の多孔体又はその多孔体の孔にセラミックもしくは金属を充填して実質孔径を小さくしたもので作られる平板フィルタと耐熱性金属で作られる波板の交互積層材をロール巻きし、奇数番の波板によって作り出される平板フィルタ間の空間を一端側で、偶数番の波板によって作り出される平板フィルタ間の空間を他端側で各々目留めしてフィルタエレメントを構成しているため、平板フィルタ間の隙間を小さくすれば非常に少ない設置スペースで平板フィルタ面積を増加させることができ、非常に小型でありながらフィルタエレメントの表面積を大きく確保し得る。また、平板フィルタ間に存在する波板は、その波の稜線が排気ガスの通過方向と平行になっているため、排気ガスはフィルタの全域にスムーズに行き渡り、流れの悪さ

による新たな圧力損失の発生がない。従って、高い捕集効率を得るように孔径を小さくしても表面積の増加による単位面積当たりの捕集量の減少により目詰まりを少なくして圧力損失を小さくすることができる。

【0027】また、本発明のトラップに用いるフィルタエレメントは、積層材をロール巻きして作るので精密溶接を必要とせず、低コストでの製造が可能である。一般に小容積で表面積の大きいフィルタを作る場合、フィルタ材の両側を側板に精密溶接する手法が考えられるが、小ピッチ配列のフィルタ材を全て溶接していくこの方法は、技術的困難が伴い、実現性が定かでない。仮に、実現可能であってもコストが極端に高くなる。本発明によれば、この不具合も解消される。

【0028】また、本発明のパティキュレートトラップは、排気ガス通過時の圧力により発生する平板フィルタの微小変形が波板によって防止される。そのためフィルタ材料の変形による応力が小さく、フィルタが破壊し難いためフィルタエレメントは高い耐久性を示す。

【0029】また、平板フィルタと波板の交互積層により平板フィルタに非支持の自由端が無くなるので、フィルタ振動が効果的に防止され、振動でフィルタに発生する応力は小さくなる。その結果、疲労によるフィルタ破壊が起こり難く、フィルタエレメントの耐久性が更に良くなる。さらに積層材をロール巻きしたことにより平板フィルタと波板間に隙間ができない。従って、フィルタエレメントのがたつきが起らず、これも耐久性の改善に効果を奏する。

【0030】また、積層材をロール巻きして出来る柱状体の長手直角断面形状について、円、長円、多角形など様々な形を選択できるので、トラップをディーゼルエンジンの排気系スペースに合った形状、サイズにすることが可能であり、スペースの有効利用が図れ、小型化の制限も緩和される。

【0031】さらに、フィルタ材料に耐熱性金属で作られた連続空孔を有する3次元網状構造の多孔体又はその多孔体の孔にセラミックもしくは金属を充填して実質孔径を小さくしたものをを用いているため熱伝導性が良く、それにより、再生時にフィルタ内が一樣な温度になるためヒートスポットができ難く、フィルタが溶損したり、熱応力によってクラックを生じたりすることがない。

【0032】なお、平板フィルタ間を溶接して排気ガス導入空間と排出空間の片端の目留めを行うものは、重量増が抑えられ、トラップの軽量化が図れる。波板として耐熱性金属の3次元網状構造多孔体を用いることもトラップの軽量化に役立つ。

【0033】また、フィルタエレメントの孔径を排気ガスの流入側から流出側に向けて徐々に小さくしたものは、フィルタの厚み方向の全域でパティキュレートが平均的に捕集されるため、圧力損失の上昇度合いが特に小さく、差圧寿命がより一層延長される。

【0034】ここで、各平板フィルタ間の隙間寸法について10mm以下が好ましいとしたのは、限られたスペース内でフィルタ表面積をより大きく確保するためには隙間寸法は小さいほどよく、トラップの小型化の効率が高まるからである。この隙間寸法が10mm以下であると、平板フィルタ間に電気ヒータを組込んでそのヒータで捕集パティキュレート燃焼させる場合の燃焼効率もよくなる。

【0035】このほか、フィルタ材である耐熱性金属多孔体の骨格表面にアルミナウィスカーを生成させたものは、フィルタの目孔がより小さくなり、排気ガス中に含まれる粒径2 μ m以下の浮遊性微粒子を捕集することが可能になる。

【0036】また、フィルタ材である耐熱性金属で作られた連続空孔を有する3次元網状構造多孔体又はその多孔体の孔にセラミックもしくは金属を充填して実質孔径を小さくしたものの片面又は両面に触媒を担持することにより、パティキュレートトラップと触媒コンバータの一体化が実現できる。平板フィルタの片面又は両面に連続孔を有する耐熱金属骨格から成る3次元網状構造多孔体を設置してその多孔体に触媒を担持させるものや、波板に触媒を担持させるものも同様である。これにより、有害ガスの除去に対して触媒コンバータを別途設ける必要がなくなる。

【0037】また、この場合の触媒担持体は充填率の低い金属であり、その熱容量が小さいため排気ガスによる触媒の昇温速度が早くなり、触媒が効果的に働くのに必要な温度を得ることも容易になる。

【0038】さらに、フィルタ材の骨格表面にアルミナウィスカーを生成させたものは、フィルタの目孔がより小さくなり、排気ガス中に含まれる粒径2 μ m以下の浮遊性微粒子を捕集することが可能になる。

【0039】また、平板フィルタの片面又は両面に触媒を担持することにより、パティキュレートトラップと触媒コンバータの一体化が実現できる。平板フィルタの片面又は両面に連続孔を有する耐熱金属骨格から成る3次元網状構造多孔体を設置してその多孔体に触媒を担持させるものや、波板に触媒を担持させるものも同様である。これにより、有害ガスの除去に対して触媒コンバータを別途設ける必要がなくなる。また、充填率の低い本発明のフィルタエレメントはハニカム状多孔体と違って熱容量が小さいため排気ガスによる触媒の昇温速度が早くなり、触媒が効果的に働くのに必要な温度を得ることも容易になる。

【0040】

【発明の実施の形態】図1に、本発明のパティキュレートトラップに用いるフィルタエレメントの実施形態を示す。このフィルタエレメント1は、連続空孔を有する耐熱性金属製3次元網状構造多孔体又はその多孔体の孔にセラミックもしくは金属を充填して実質孔径を小さくし

たもので作られた平板フィルタA1、A2と、耐熱性金属で作られた波板B1、B2を交互に重ね、円筒状にロール巻きした構造になっている。

【0041】図2は、このフィルタエレメント1の端部における目留めの構造を示している。平板フィルタと波板の積層材をロール巻きして出来る柱状体の一端側では奇数番の波板B1を間に挟む平板フィルタA1、A2間に、また、他端側では偶数番の波板B2を間に挟む平板フィルタA1、A2間に各々目留め部2を設けて波板B1、B2により平板フィルタ間に作り出される空間の片端を閉じている。積層材のロール巻きは、波板B1、B2が波打った方向に行われる。この方向でないと波板がスムーズに曲がらず巻き取ること自体が難しい。この方向のロール巻きにより、図3に示すように、フィルタエレメント1に排気ガスの導入空間3と排出空間4が作り出され、導入空間3に導入された排気ガスは平板フィルタA1、A2を通して排出空間4に流れ、後方の出口側に抜けていく。なお、フィルタエレメント1の装着方向は図とは逆にしてもよく、その場合には、図の導入空間3と排出空間4の位置関係が入れ変わる。

【0042】図4は、フィルタエレメントの他の実施形態である。このフィルタエレメント10は、平板フィルタA1、A2と波板B1、B2の積層材を、その積層材によって作られる柱状体の長手直角断面が長円状になるようにロール巻きしている。この点を除いた他の構成は、図1のフィルタエレメント1と同じである。即ち、これもやはり図5に示すように、平板フィルタA1とA2間の隙間が一端側と他端側で目留め部2により交互に目留めされているので、図3に示すように、一端側から導入された排気ガスが平板フィルタを通して濾過されて他端側から抜けていく。目留めはフィルタ材で行ってもよく、その場合には、各空間の目留め側端部でも濾過が行われ、一部の排気ガスはその部分をストレートに通って抜けて蛇行せずに流れていく。

【0043】図6に、端部の目留めの方法の一具体例を示す。図のように、平板フィルタA1、A2を波板B1、B2よりも幅広にして一端側では波板B1を間に挟む平板フィルタA1、A2の端を、他端側では波板B2を間に挟む平板フィルタA2、A1の端を各々折り曲げて突き合わせ、各突き合わせ部5、6をそれぞれ溶接すれば必要な目留めが行える。

【0044】なお、いずれのフィルタエレメントも、波板B1、B2の波の高さを10mm以下にして平板フィルタA1、A2間のフィルタ厚み方向隙間寸法(図3のH)を極力小さくするのが望ましい。

【0045】図7は、本発明のパティキュレートトラップに用いるフィルタエレメントの製造方法を示している。同図(a)に示すように、先ず平板フィルタA1/波板B1/平板フィルタA2/波板B2の順に重ね、端を溶接等で束ねる。次に、同図(b)に示すように波板

B 2を内側にして積層材を所望の断面形状になるようにロール巻きし、さらに、フィルタエレメントの保形性と強度向上のために好ましくは積層材の巻終端を内側の巻回層に溶接するなどして固定し、その後両端部に目留めを施せば、図1或いは図4に示すようなフィルタエレメントが完成する。

【0046】平板フィルタA 1、A 2は、先に述べたような材料、即ち、耐熱性金属で作られた連続空孔を有する3次元網状構造の多孔体又はその多孔体の孔にセラミックもしくは金属を充填して実質孔径を小さくしたもの、更には、これ等の材料の孔径に差を付けたものを孔径の大きいものほど排気ガス流入側にあるように少なくとも2層重ねて組み合わせた材料で作られる。

【0047】また、フィルタ材料には、図8に示すように、その骨格7の表面に、骨格よりも微細なアルミナウイスキー8を多数生成してウイスキー間に微細な孔を多数生じさせることも考えられる。

【0048】図9は、平板フィルタの断面の一例の拡大図である。波板と組合わせる平板フィルタには、このように、上記のフィルタ材料で作られたパティキュレート捕集層3 1に加えて、触媒を担持する為の層（図では一例として、3 2や3 3で示す。）を複数層設けた材料を使用することも考えられる。

【0049】また、波板材料には耐熱金属の薄板を使用することが考えられるが、軽量化のためにこの薄板に穴をあけたバンテングメタルや、耐熱金属の3次元網状構造多孔体を波板に加工して用いてもよい。

【0050】図10は、本発明のパティキュレートトラップの一例である。このパティキュレートトラップ20*

*は、ディーゼルエンジンの排気系の途中に挿入される金属製容器2 1内に前述のフィルタエレメント（図1の1又は図4の10）を装着して構成されている。2 2は排気系の配管である。

【0051】図11に、捕集効率、パティキュレート捕集時の圧力損失、耐久性、NOの浄化率及びSO Fの浄化率の評価を行う実験装置を示す。この装置は、3400 cc、4気筒の直噴射式のディーゼルエンジン車、シャシダイナモメータ及びダイリユーシヨントンネルからなっている。

【0052】

【実施例1】図11の実験装置に、図1の構造のフィルタエレメントを有するパティキュレートトラップ20を組み込んだ。フィルタエレメントは、表1に示す試料Aと試料Bである。その試料A、Bは、共に排気ガスの流入できる表面積が1. 2 m²であり、内容積2. 5リットルのケースに収納されている。

【0053】なお、試料A、Bを構成する金属は、Fe-Cr-Al合金と、Ni-Cr-Al合金を例に挙げたが、これはあくまでも一例に過ぎない。

【0054】比較のために、捕集性能に関しては充分であると言われているハニカム構造のディーゼルエンジン用パティキュレートトラップ（材質コーディエライト、日本ガイシ製、DHC-221）を試料Gとしてこれについても実験を行った。本トラップは容積が2. 5リットルのものを使用し、試料A、Bと条件を揃えている。

【0055】

【表1】

	フィルタエレメント							構造
	平板フィルタ					波板		
	材 料	材質	厚さ	充填率	透過面積	材料	材質	
試料A (発明品)	セルメット +金属繊維充填 (繊維径20 μm)	Fe-Cr-Al	0.5 mm	20%	1.2m ²	金属薄板	Fe-Cr-Al	図1
試料B (発明品)	セルメット +金属繊維充填 (繊維径20 μm)	Ni-Cr-Al	0.5 mm	20%	1.2m ²	セルメット	Ni-Cr-Al	図1
試料C (比較品)	コーディエライト	Al ₂ O ₃ -SiO ₂	0.5 mm	50%	2.3m ²	—	—	—

注：セルメットは住友電気工業製の3次元網状構造多孔体の商品名。

7は品番であり、多孔体平板表面の1インチ長さ範囲を横切る空孔数が50〜70ある。

【0056】先ず、捕集効率及び圧力損失に関する評価を行った。実験結果を図12、13に示す。捕集性能として捕集PM（パティキュレート）量に対する圧力損失、捕集効率の変化を示している。この結果から、本発

明品の試料A、Bの捕集性能は試料Gのコーディエライト製ハニカム構造のディーゼルパティキュレートトラップと同等であり、充分な性能を保有していると言える。

【0057】次に、再生によるフィルタエレメントの耐

久性について評価試験を行った。ディーゼルエンジンより排出される微粒子（パティキュレート）を15g捕集させ、ディーゼルエンジンをアイドリング状態にし、さらに、ディーゼルパティキュレートトラップ全面に設置した電気ヒータにより600℃のガスがディーゼルパティキュレートトラップに導入されるようにして再生を行った。試料A、B及びGについてこの再生を5回ずつ行い、その後、試料の破壊状態を調べた。結果を表2に示す。

【0058】

【表2】

	再生試験結果
試料A（発明品）	破壊無し
試料B（発明品）	破壊無し
試料G（比較品）	クラック発生

【0059】この表2からわかるように、試料A、Bについては破壊が起らなかったが、試料Gにはクラック

が発生した。
【0060】以上の実験の結果から明らかなように、本発明による試料A、Bはコーディエライトハニカムとほぼ同等の捕集特性、圧力損失特性を示し、また、一方で燃焼再生に対しては高い信頼性を示し、ディーゼルパテ*

*イキュレートトラップとして非常に優れている。

【0061】

【実施例2】図11の実験装置に、図2の構造のフィルタエレメントを有するパティキュレートトラップ20を組み込んだ。フィルタエレメントは、表3に示す試料C、試料Dである。その試料C、Dは、共に排気ガスの流入できる表面積が1.2m²であり、内容積2.5リットルのケースに収納されている。これ等の試料は、NOx触媒を担持している層（図9の32）、パティキュレート捕集層（図9の31）及びNOx触媒を担持している層（図9の33）の3層で構成されている。NOx触媒層は、住友電気工業（株）製Ni基3次元網状構造多孔体（商品名：セルメット#7）をNi-Cr-Al化したもの（金属基布）の骨格に触媒担持のためにγ-アルミナを金属基布1リットル当たり100gコートし、その後触媒としてCuを金属基布1リットル当たり1.0gの量で均一に担持させて作製した。

【0062】なお試料C、Dを構成する金属多孔体は、Fe-Cr-Al合金とNi-Cr-Al合金を例に挙げたが、これはあくまでも一例にすぎない。

【0063】比較のために、実施例1で用いたものと同じ試料Gについても実験を行った。本トラップの容積は2.5リットルとし、試料C、Dと条件を揃えている。

【0064】

【表3】

	フィルタエレメント							構造
	平板フィルタ					波板		
	材 料	材質	厚さ	所付パティ キュレート 捕集部の 充填率	通過 面積	材料	材質	
試料C (発明品)	(1)セルメット#7 + γ - Al_2O_3 +Cu (2)セルメット#7 +金属触媒充填 (触媒直径15 μ m) (3)セルメット#7 + γ - Al_2O_3 +Cu の3層	(1)Fe-Cr-Al+ γ - Al_2O_3 +Cu (2)Fe-Cr-Al (3)Fe-Cr-Al+ γ - Al_2O_3 +Cu	1.5 mm	20%	1.2m ²	金属 薄板	Fe-Cr-Al	図2
試料D (発明品)	(1)セルメット#7 + γ - Al_2O_3 +Cu (2)セルメット#7 +金属触媒充填 (触媒直径15 μ m) (3)セルメット#7 + γ - Al_2O_3 +Cu の3層	(1)Ni-Cr-Al+ γ - Al_2O_3 +Cu (2)Ni-Cr-Al (3)Ni-Cr-Al+ γ - Al_2O_3 +Cu	1.5 mm	20%	1.2m ²	セルメ ット #7	Ni-Cr-Al	図2
試料G (比較品)	コーディエライト	MgO-Al ₂ O ₃ - -SiO ₂	0.5 mm	50%	2.2m ²	—	—	—

注：セルメットは住友電気工業製3次元網状構造多孔体の商品名。

#7は品番であり、多孔体平板表面の1インチ長さ範囲を横切る空孔数が50〜70ある。

【0065】ここでも先ず、捕集効率及び圧力損失に関する評価を行った。実験結果を図14、図15に示す。捕集性能として捕集PM量に対する圧力損失、捕集効率の変化を示している。この結果から、本発明品の試料C、Dの捕集性能は試料Gのコーディエライト製ハニカム構造のディーゼルパティキュレートトラップと同等であり、充分な性能を有していると言える。

【0066】次に、再生によるフィルタエレメントの耐久性について評価を行った。試験条件及び再生回数は実施例1と同じとし、その後、試料の破壊状態を調査した。結果を表4に示す。

【0067】

【表4】

	再生試験結果
試料C (発明品)	破壊無し
試料D (発明品)	破壊無し
試料G (比較品)	クラック発生

【0068】この表4からわかるように、試料C、Dは破壊が起らなかったが、試料Gにはクラックが発生した。

【0069】試料C、Dについては、更に、NOの浄化率の評価を行った。還元剤としてC₂H₄を排気ガス中に導入した。排気ガス条件を表5に示す。

【0070】

【表5】

項目	条件
排気ガス中NO濃度	1000ppm
排気ガス中C ₂ H ₄ 濃度	250ppm
排気ガス中O ₂ 濃度	2%
排気ガス温度	250℃

【0071】排気ガス温度を250℃に維持して2分間のNO濃度を測定した。その平均値を表6に示す。

【0072】

【表6】

	NO濃度
試料C (発明品)	500ppm
試料D (発明品)	500ppm

【0073】このように、試料C、Dの使用時にはNO濃度が半減している。

【0074】以上の実験結果から明らかなように、本発明による試料C、Dは、コーディエライトハニカムとほぼ同等の捕集特性、圧力損失特性を示し、また、一方で燃焼再生に対しては高い信頼性を示し、ディーゼルパティキュレートトラップとして非常に優れている。さらに、それに加えて、NOを低減する機能も有しているため、触媒コンバータを他に設ける必要がなく、ディーゼル排気ガス後処理装置のトータル面での省スペース化、低コスト化が実現できる。

【0075】

【実施例3】図11の実験装置に、図1の構造のフィルタエレメントを有するパティキュレートトラップ20を組み込んだ。フィルタエレメントは、表7に示す試料E、試料Fである。その試料E、Fは、共に排気ガスの流入できる表面積が1.2m²であり、内容積2.5リットルのケースに収納されている。これ等の試料は、パティキュレート捕集層(図9の31)及びSOF触媒を担持している層(図9の33)の2層で構成されている。SOF触媒層は、金属繊維の不織布或は住友電気工業(株)製Ni基3次元網状構造多孔体(商品名:セルメット#7)をNi-Cr-Al化したもの(金属基布)の骨格に触媒担持層としてγ-アルミナを金属基布1リットル当たり150gコートし、その後触媒としてPtを金属基布1リットル当たり1.5gを均一に担持させて作製した。また、ここでは波板にもSOF触媒を担持させた。

【0076】なお試料E、Fを構造する金属多孔体はFe-Cr-Al合金とNi-Cr-Al合金を例に挙げたが、これはあくまでも一例にすぎない。

【0077】比較のため、既に説明したコーディエライトハニカムの試料Gについても実験を行った。本トラップの容積は2.5リットルとし、試料E、Fと条件を揃えている。

【0078】

【表7】

	フィルタエレメント							備 注
	平板フィルタ					波板		
	材 質	材 質	厚 さ	ポア率 濾過部の 充填率	濾過 面積	材 料	材 質	
試料E (発明品)	(1)セラミックス +金属膜被覆層 (細孔径15 μ m) (2)セラミックス+ γ - Al ₂ O ₃ +Ptの2層	(1)Fe-Cr-Al (2)Fe-Cr-Al + γ -Al ₂ O ₃ +Pt	1.0 mm	20%	1.2 m ²	金属薄板 + γ -Al ₂ O ₃ +Pt	Fe-Cr-Al + γ -Al ₂ O ₃ +Pt	図 1
試料F (発明品)	(1)セラミックス +金属膜被覆層 (細孔径15 μ m) (2)セラミックス+ γ - Al ₂ O ₃ +Ptの2層	(1)Ni-Cr-Al (2)Ni-Cr-Al + γ -Al ₂ O ₃ +Pt	1.0 mm	20%	1.2 m ²	セラミックス + γ -Al ₂ O ₃ +Pt	Ni-Cr-Al + γ -Al ₂ O ₃ +Pt	図 1
試料G (比較品)	コーディエライト	MgO-Al ₂ O ₃ -SiO ₂	0.5 mm	50%	2.3 m ²	—	—	—

注：セルメットは住友電気工業が製造する三次元網状構造多孔体の商品名。

※7は品番であり、多孔体平板表面の1インチ長さ範囲を横切る空孔数が50〜70ある。

【0079】各試料の捕集効率及び圧力損失に関する評価結果を図16、17に示す。評価は実施例1、2と同様、捕集PM量に対する圧力損失、捕集効率の変化を調べて行った。この結果から、本発明品の試料E、Fの捕集性能は試料Gのコーディエライト製ハニカム構造のディーゼルパティキュレートトラップと同等であり、十分な性能を有している。

【0080】次に、再生によるフィルタエレメントの耐久性について評価した。試験条件及び再生回数は実施例1、2と同じとし、5回再生後の試料の破壊状態を調査した。結果を表8に示す。

【0081】

【表8】

	再生試験結果
試料E (発明品)	破 壊 無 し
試料F (発明品)	破 壊 無 し
試料G (比較品)	クラック発生

【0082】この表8からわかるように、試料E、Fは破壊が起らなかったが、試料Gにはクラックが発生した。

【0083】試料E、Fについては、次にSOFの浄化率の評価を行った。排気ガス温度が250℃および350℃での評価結果を表9に示す。

【0084】

【表9】

	SOF 浄化率 (%)	
	排気ガス温度250℃	350℃
試料E (発明品)	40	50
試料F (発明品)	40	50

【0085】このように、Ptを触媒として担持させた試料E、FはSOF濃度を40%或は50%低減することができた。

【0086】以上の実験の結果から明らかなように、本発明による試料E、Fはコーディエライトハニカムとほぼ同等の捕集特性、圧力損失特性を示し、また、一方で燃焼再生に対しては高い信頼性を示し、ディーゼルパティキュレートトラップとして非常に優れている。さらに、それに加えて、SOFを低減する機能も有しているため、触媒コンバータを別に設ける必要がなく、ディーゼル排気ガス後処理装置のトータル面での省スペース化、低コスト化が実現できる。

【0087】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のパティキュレートトラップは、小型でありながら、フィルタの表面積を十分に確保できるようにして高い捕集効率を得ながら圧力損失の上昇を低く抑さえ、さらに、再生と耐久性については金属製トラップの特徴を十分に生かすようにしたので、ディーゼルエンジン用パティキュレートトラップとして不足の無い性能を発揮し、パティキュレートに起因する大気汚染の防止に役立つ。

【0088】また、平板フィルタと波板の積層材をロール巻きしてフィルタエレメントを作るので、ガス圧や振動にも強く、耐久性を犠牲にせずに軽量化及び低エネルギー

ギーでの再生を実現できるほか、精密溶接を必要としないためコストの低減も図れる。

【0089】また、積層材のロール巻き形状を自由に選べるので、ディーゼルエンジン車の排気系スペースに合ったものを提供でき、スペースの有効利用の面でも有利になる。

【0090】このほか、フィルタ材の孔径を排気ガスの出口側に向かってだんだんと小さくしたものは、目詰りが少なくなって差圧寿命がより一層長くなる。

【0091】また、フィルタ材の骨格表面にアルミナウイスキーを生成させたものは、フィルタの目孔がより小さくなり、粒径 $2\mu\text{m}$ 以下の浮遊性微粒子の捕集が可能となるほか、触媒の担持面積を広げるのにも役立つ。

【0092】さらに、フィルタ部に触媒を担持させたものは触媒コンバータを別に設ける必要がなくなるので、排気ガス後処理装置の簡素化、低コスト化も図れる。また、フィルタ骨格部の熱容量が小さいため、触媒の働きも確実になり、環境浄化に関してより優れた効果を期待できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明で用いるフィルタエレメントの実施形態の概要を示す斜視図

【図2】(a)：図1のフィルタエレメントの側面図

(b)：同じく左側端面図

(c)：同じく右側端面図

【図3】排気ガスの流れを示す部分的斜視図

【図4】フィルタエレメントの他の実施形態の概要を示す斜視図

【図5】(a)：図4のフィルタエレメントの側面図

(b)：同じく左側端面図

(c)：同じく右側端面図

【図6】平板フィルタ間の空間の目留めのし方の一例を示す部分的斜視図

【図7】フィルタエレメントの製造手順を示す図

【図8】フィルタ骨格にアルミナウイスキーを生成させた状態の模式図

【図9】フィルタ断面の拡大概念図

【図10】本発明のバティキュレートトラップの一例を簡略化して示す使用状態の断面図

【図11】圧力損失及び耐久性評価実験装置の概略構成図

【図12】試料A、B、Gの堆積PM量に対する圧力損失の変化を示す図表

10 【図13】試料A、B、Gの堆積PM量に対する捕集効率の変化を示す図表

【図14】試料C、D、Gの捕集PM量に対する圧力損失の変化を示す図表

【図15】試料C、D、Gの捕集PM量に対する捕集効率の変化を示す図表

【図16】試料E、F、Gの捕集PM量に対する圧力損失の変化を示す図表

【図17】試料E、F、Gの捕集PM量に対する捕集効率の変化を示す図表

20 【符号の説明】

1、10 フィルタエレメント

A1、A2 平板フィルタ

B1、B2 波板

2 目留め部

3 排気ガス導入空間

4 排気ガス排出空間

5、6 平板フィルタの突き合わせ部

7 フィルタ骨格

8 アルミナウイスキー

30 20 バティキュレートトラップ

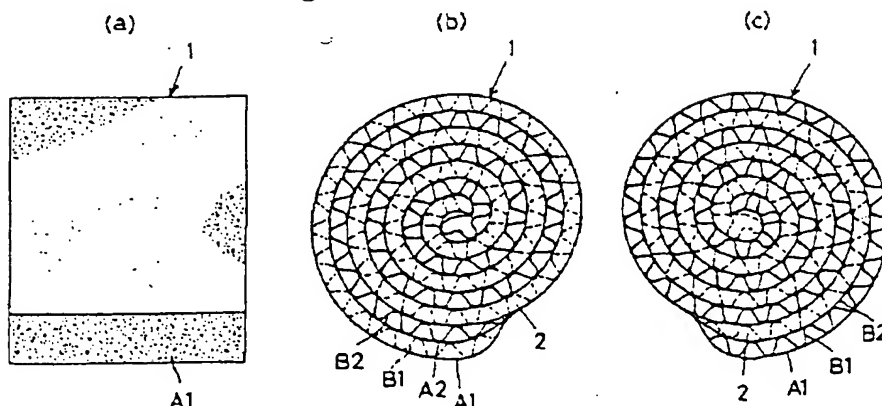
21 金属製容器

22 排気系配管

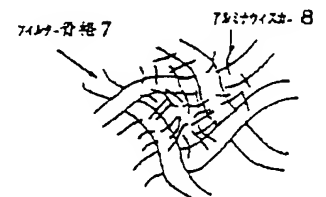
31 バティキュレート捕集層

32、33 触媒担持層

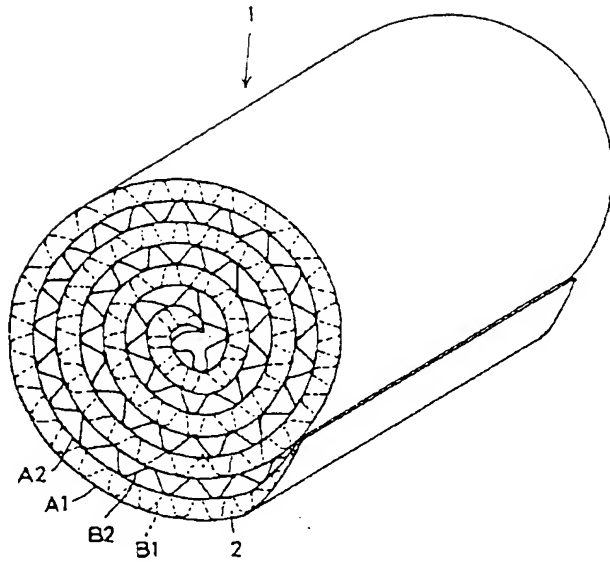
【図2】



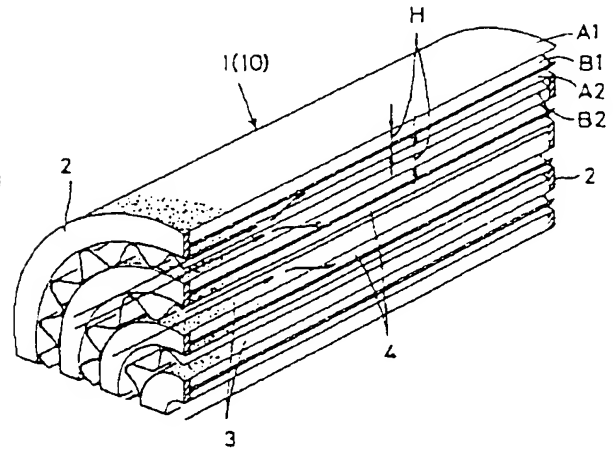
【図8】



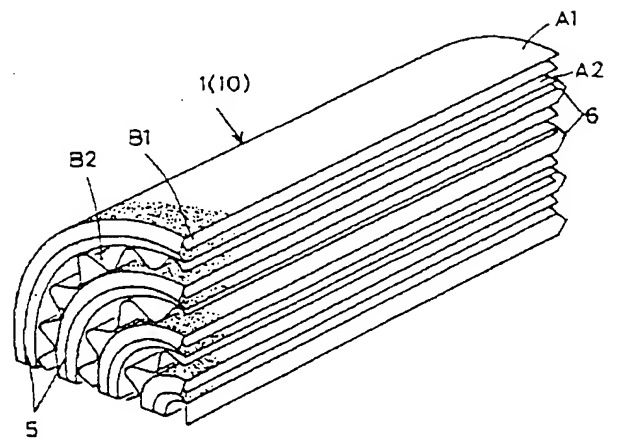
【図1】



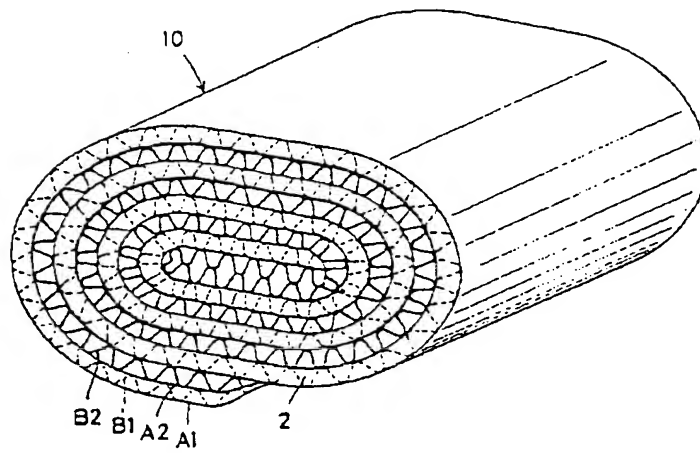
【図3】



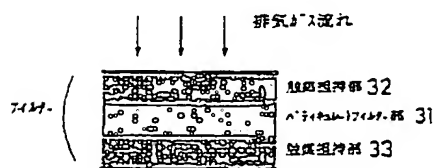
【図6】



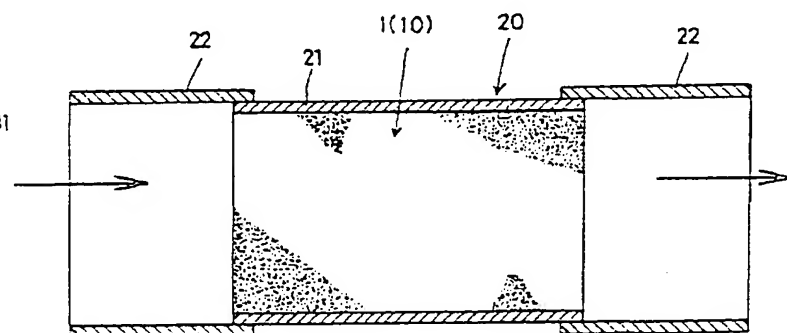
【図4】



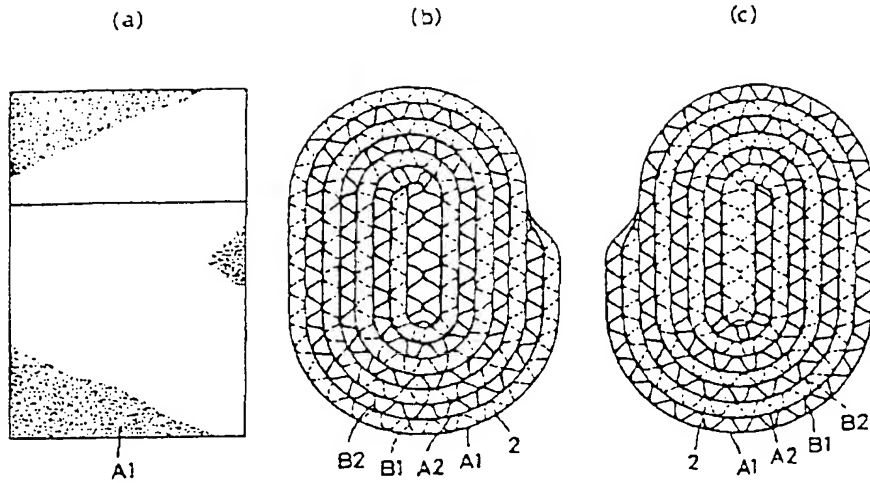
【図9】



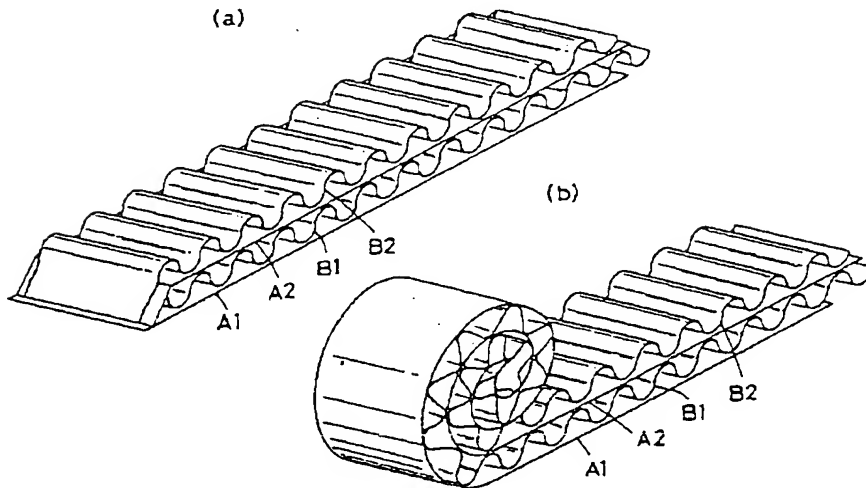
【図10】



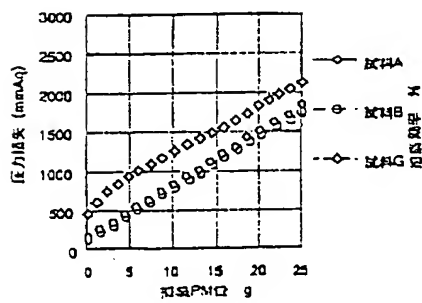
〔図5〕



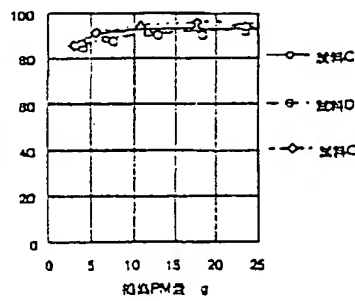
〔図7〕



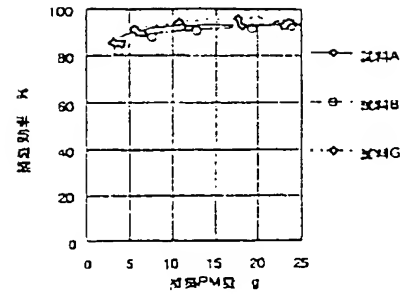
〔図12〕



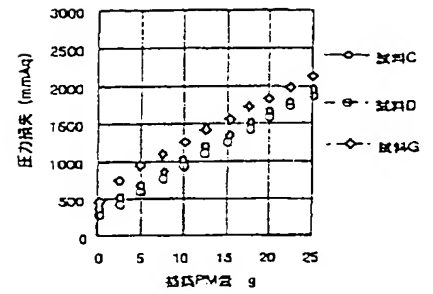
〔図15〕



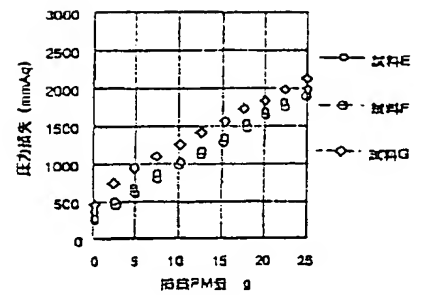
〔図13〕



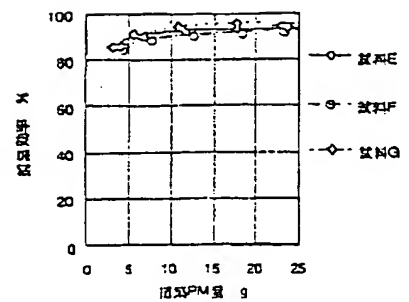
〔図14〕



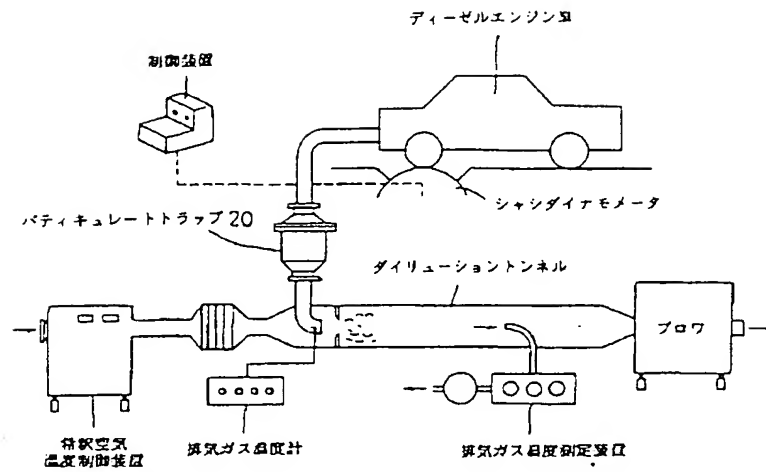
〔図16〕



〔図17〕



【図11】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶
F01N 3/02

識別記号
301

庁内整理番号

FI
F01N 3/02
B01D 29/06

技術表示箇所

301E
520C